



Attorney Docket No.: 05225.0231
Customer Number 22,852

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Takashi HASHIMOTO et al.)
Serial No.: **10/086,567**) Group Art Unit: 2838
Filed: March 4, 2002) Examiner: Not Yet Assigned
For: **POWER CONVERSION DEVICE**)

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

CLAIM FOR PRIORITY

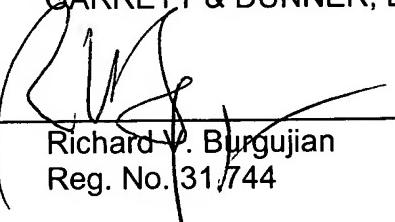
Under the provisions of 35 U.S.C. § 119, Applicants hereby claim the benefit of the filing date of Japanese Patent Application No. 2001-059492, filed March 5, 2001, for the above-identified U.S. patent application.

In support of this claim for priority, enclosed is one certified copy of the priority application.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

By:


Richard V. Burgujian
Reg. No. 31,744

Dated: May 8, 2002

RVB/FPD/sci
Enclosure

FINNEGAN
HENDERSON
FARABOW
GARRETT &
DUNNER LLP

1300 I Street, NW
Washington, DC 20005
202.408.4000
Fax 202.408.4400
www.finnegan.com



1/PCT 33321 USA A7

日本 国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 3月 5日

出願番号

Application Number:

特願2001-059492

出願人

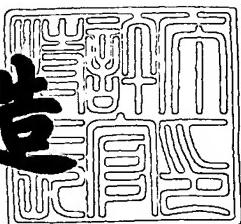
Applicant(s):

東芝トランスポートエンジニアリング株式会社
株式会社東芝

2001年11月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3105541

【書類名】 特許願

【整理番号】 12761201

【提出日】 平成13年 3月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02M 7/00

【発明の名称】 電力変換装置

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東芝トランスポーティングエンジニアリング株式会社内

【氏名】 宮 入 正 樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内

【氏名】 橋 本 隆

【特許出願人】

【識別番号】 000221177

【住所又は居所】 東京都府中市晴見町2丁目24番地の1

【氏名又は名称】 東芝トランスポーティングエンジニアリング株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橘 谷 英 俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電力変換装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数個の半導体素子のスイッチング動作により交流を直流に、又は直流を交流に変換する複数群の電力変換回路を収納した電力変換装置において、複数群の前記電力変換回路を構成する半導体素子を、受熱部及び放熱部を有する共通の冷却ユニットに取り付けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】

複数個の半導体素子のスイッチング動作によりそれぞれの出力が異なる負荷へ接続される複数群のインバータ回路を有する電力変換装置において、複数群の前記インバータ回路を構成する半導体素子を、受熱部及び放熱部を有する共通の冷却ユニットに取り付けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項3】

複数個の半導体素子のスイッチング動作により直流を可変電圧、可変周波数の交流に変換する複数群の可変電圧可変周波数インバータ回路と直流を一定電圧、一定周波数の交流に変換する定電圧定周波数インバータ回路とを収納した電力変換装置において、前記各インバータ回路を構成する半導体素子を、受熱部及び放熱部を有する共通の冷却ユニットに取り付けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項4】

複数個の半導体素子のスイッチング動作により交流を直流に変換するコンバータ回路とこのコンバータ回路により変換された直流を交流に変換するインバータ回路とを収納した電力変換装置において、コンバータ回路を構成する半導体素子と、インバータ回路を構成する半導体素子とを、受熱部及び放熱部を有する共通の冷却ユニットに取り付けたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項5】

前記複数個の半導体素子を相毎又は正側、負側に分割し、分割された前記半導体素子群を、これらの半導体素子群に対応して設けられた冷却器に取り付けたことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の電力変換装置。

【請求項6】

前記冷却ユニットの受熱部に、互いに異なる回路の半導体素子の取付部の熱を相互に輸送するヒートパイプを備えたことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の電力変換装置。

【請求項7】

前記冷却ユニットの受熱部は箱型をなし、内部に冷媒を封入したことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の電力変換装置。

【請求項8】

前記冷却ユニットの受熱部は表面及び裏面に半導体素子の取り付けが可能に構成され、一方の面に一つの群の前記電力変換回路を構成する半導体素子群を取付け、他方の面に、他の群の電力変換回路を構成する半導体素子群を取付けたことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の電力変換装置。

【請求項9】

前記冷却ユニットの一つの面に異なる電力変換回路の半導体素子群を相毎に交互に並べて取り付けたことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の電力変換装置。

【請求項10】

前記半導体素子が電力変換回路毎に高さが異なるものであるとき、前記半導体素子の電気接続用端子の高さが等しくなるように、前記冷却ユニットの半導体素子取付け面に段差を設けたことを特徴とする請求項9に記載の電力変換装置。

【請求項11】

複数個の半導体素子のスイッチング動作により交流を直流に、又は直流を交流に変換する複数群の電力変換回路を収納し、前記電力変換回路の一群が故障した際に故障した前記電力変換回路を切り離して残りの前記電力変換回路で運転を続行する電力変換装置において、受熱部及び放熱部を有し、前記放熱部に冷却風を流すように構成した冷却ユニットを備え、複数群の前記電力変換回路を構成する前記半導体素子を相毎に分割し、同一相の前記半導体素子群を冷却風の流れる方向に列状に配置すると共に、相毎に順次異なる前記電力変換回路の半導体素子を冷却風の流れる方向に配置して、前記受熱部に共通に取り付けたことを特徴とす

る電力変換装置。

【請求項12】

複数個の半導体素子のスイッチング動作により交流を直流に、又は直流を交流に変換する複数群の電力変換回路を収納し、前記電力変換回路の一群が故障した際に故障した前記電力変換回路を切り離して残りの前記電力変換回路で運転を続行する電力変換装置において、受熱部及び放熱部を有し、前記放熱部に冷却風を流すように構成した冷却ユニットを備え、前記電力変換回路毎に前記半導体素子群と、前記半導体素子を保護する周辺回路とに分割し、互いに異なる前記電力変換回路の前記半導体素子群と前記周辺回路を冷却風の流れる方向に列状に配置すると共に、前記半導体素子群を前記冷却ユニットの受熱部に取り付け、前記周辺回路を冷却風が流れる位置に設置したことを特徴とする電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は複数組の電力変換回路を収納した電力変換装置に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

半導体素子で構成される電力変換回路には種々のものがあり、直流を交流に変換するインバータ回路や交流を直流に変換するコンバータ回路がある。また、インバータ回路には、交流出力の電圧、周波数を可変に制御する可変電圧可変周波数インバータ（以下、VVVFインバータと呼ぶ）回路や、交流出力の電圧、周波数を一定に制御する定電圧定周波数インバータ（以下、CVCFインバータと呼ぶ）回路等があり、これらが電力変換システムを構成している。

【0003】

鉄道車両システムを例にとると、車両駆動用として誘導電動機を制御するVVVFインバータ回路が、制御単位毎に複数群収納された電力変換装置が車両に取り付けられる。例えば、1台の誘導電動機をそれぞれ個別に制御するVVVFインバータ回路を一車両分ずなわち4群を収納した電力変換装置が広く使用されている。この電力変換装置は、故障時には故障したVVVFインバータ回路を切り

離すことによって運転が継続できるといった冗長性に優れたシステムである。また、補助電源システムにはCVCFインバータ回路が使われるが、最近は複数群のVVVFインバータ回路とCVCFインバータ回路とを一個の電力変換装置に収納し、CVCFインバータ回路が故障した場合には、VVVFインバータ回路のうちの一群をCVCFインバータ回路に切り替えて、鉄道車両システムとしての冗長性の向上を図ったシステムもある。

【0004】

交流電気車には、交流を直流に変換するコンバータ回路と、直流を交流に変換するインバータ回路とを組み合わせて出力電圧、出力周波数を制御して誘導電動機を駆動するシステムが一般的に使われている。これら種々の電力変換システムは、従来、別個の装置として車両に設置されていたが、最近では、設置スペースの縮小化、装置間を接続する配線本数を削減するための装置の集約化が行なわれ、1個の電力変換装置に種々の変換回路を収納する傾向にある。1個の装置の中に複数群の電力変換回路が収納される電力変換装置では、例えば、コンバータ変換回路部、インバータ変換回路部、制御基板部、制御電源部といった電気的な機能毎に、装置内を区画した領域に装着され、それぞれがユニットとして構成されることが多い。

【0005】

半導体素子を用いた変換回路部では半導体素子が発生する熱（以下、損失熱という）を装置外に排出し、半導体素子の温度を許容値以下で使用するための冷却器が必要になる。冷却器の基本構成は、半導体素子が取り付けられる受熱部と外気へ熱放散を行う放熱部とからなるが、受熱部は電力変換装置の密閉室部分に置かれ、放熱部は外気と通ずる開放室部分に置かれる。放熱部が置かれる開放室部分は装置の筐体より若干突出させて外気へ熱放散しやすくしたり、電動送風機により強制的に冷却風を流す冷却風洞としたり、鉄道車両の床下に設置される装置では車両走行時に装置の外表面を相対的に流れる走行風を受けやすい部位に設けたりしている。

【0006】

このように複数群の変換回路を収納した従来の電力変換装置を以下に説明する

。図11は鉄道車両駆動用の電力変換装置の回路図で、1両分の電動機、すなわち、4台の誘導電動機を個別に制御する4群のVVVFインバータ回路を収納した電力変換装置の回路図である。同図において、パンタグラフ1には、遮断器2及びフィルタリクトル3を通して、VVVFインバータ回路4の正入力端が接続され、その負入力端は車輪を通じて接地されている。また、VVVFインバータ回路4の正、負入力端間にはそれぞれフィルタコンデンサ5が接続され、さらに、出力端には誘導電動機6が接続されている。このように4群の回路が並列に接続され、1両分で4台の誘導電動機6を4群のVVVFインバータ回路4が個別に制御する。この回路図に示される電気部品のうち、4群のVVVFインバータ回路4、フィルタコンデンサ5が一つの箱体に収納されて電力変換装置7Aが構成され、他の電気部品はそれぞれ単独あるいは他の装置の箱体に収納され、これらが車体配線で電気的に接続されて鉄道車両駆動システムを構成している。

【0007】

図12(a)は上述した電力変換装置7Aを鉄道車両の床下に装着した状態を示す斜視図であり、図12(b)は車両の進行方向から見た側面図であり、図13(a)は車両の底面に取り付けられる方向から見た電力変換装置7Aの平面図であり、図13(b)はその底面図である。これら各図において、電力変換装置7Aは半導体素子(例えば、IGBTにスナバー用のダイオードを並列接続したものを総称する)8を冷却する4個の冷却器9を備える。そして、1個の冷却器9にはVVVFインバータ回路の1群分の半導体素子8がまとめて収納され、フィルタコンデンサ5が一つの箱体に収納されている。

【0008】

なお、1群のVVVFインバータ回路はU、V、Wの3相インバータ回路であるが、場合によっては、4群のVVVFインバータ回路の各1相分を1個の冷却器9にまとめて取り付け、これを3個並べて構成することもある。これは、各群のVVVFインバータ回路を構成する各1相分の半導体素子8を集約配置すれば、その周辺部品の配置、電気的な接続が容易になり、電力変換装置7Aが機能的に区分されて機能毎のユニット構成が可能になることから、冷却器9もこのような1群毎の変換回路でまとめられた形となる。

【0009】

図11～13に示した冷却器9には、半導体素子8が取り付けられる受熱部と外気へ熱放散を行う放熱部とからなる冷却ユニットが装着されるが、受熱部は電力変換装置7Aの密閉室部分に置かれ、放熱部は外気と通ずる開放室部分に置かれる。放熱部の置かれる開放室部分は筐体より若干突出させて外気へ熱放散しやすくなっている。さらに、車両走行時に装置の外表面を相対的に流れる走行風を受けやすい構成になっている。

【0010】

電力変換装置7Aの運転時には半導体素子8より損失熱が発生するがこれが冷却器9内に装着される冷却ユニットの受熱部へ熱伝導により伝わり、冷却ユニットの放熱部から外気に熱放散することによって半導体素子8が冷却され、許容温度以下の使用が可能となる。

【0011】

ところで、電力変換装置7Aを構成する4群のVVVFインバータが全て健全である運転時には、4群のVVVFインバータは個別に制御されるが、それぞれの群から発生する損失熱はほぼ同等であり、それぞれの冷却器9ではほぼ同等の損失熱が放散される。しかし、電力変換装置7Aの故障時には、故障した1群のVVVFインバタ回路を遮断器2によって切り離し、残りの群のVVVFインバタ回路で運転を継続できるようにシステムに冗長性を持たせたことが、この電力変換装置7Aの特徴になっている。

【0012】

1群のVVVFインバタ回路が故障したことにより、残り3群のVVVFインバタ回路で運転を継続した場合、運転を継続するVVVFインバタ回路を構成する半導体素子8には、4群全てのVVVFインバタ回路が健全な時と比べると大きな電流を流す必要がある。そのため、半導体素子8より発生する損失熱も健全時よりも多くなり、冷却器9の熱放散能力も健全時よりも高い性能が要求される。従って、それぞれの冷却器9は、4群のVVVFインバタ回路の全てが健全に運転されている時の熱損失だけでなく、健全時よりも増加している故障時の損失熱をも処理できる放熱能力を確保する必要がある。言い換えれば、健

全時にはそれぞれの冷却器9は冷却能力に余裕があり、故障時には、故障により切り離されたVVVFインバータ回路の半導体素子8が取り付けられていた冷却器9は全く放熱処理を行わず、運転を継続する残りのVVVFインバータ回路の半導体素子8が取り付けられた冷却器9だけが放熱処理を行うことになる。

【0013】

この結果、冷却器9を個々に大形化しなければならず、このことが電力変換装置7Aの小形、軽量化を阻害する要因になっていた。

【0014】

複数群の電力変換回路を収納した従来の他の電力変換装置を以下に説明する。図14は2群の車両駆動用のVVVFインバータ回路と、1群の車両電源用のCVCFインバータ回路17を同一システムとして構成した電力変換装置7Bの回路図であり、図中、図11と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。ここで、2群のVVVFインバータ回路のうちの1群は、CVCFインバータ回路の故障時にVVVFインバータ回路からCVCFインバータ回路に切り替えて運転することが可能に構成され、車両の電源を確保することによって車両システムとしての冗長性を高めたものである。

【0015】

図15(a)は図14に示した電力変換装置が鉄道車両の床下に装着された状態を示す斜視図であり、図14(b)は車両の進行方向から見た側面図であり、図16(a)は車両の底面に取り付けられる方向から見た電力変換装置7の平面図であり、図16(b)はその底面図である。これは、図11~13に示した従来装置と同様に、VVVFインバータ回路用の2個の冷却器9と、CVCFインバータ回路用の1個の冷却器9とを備えており、それぞれがユニット構成されている。

【0016】

ここで、切り替え動作の詳細については省略するが、CVCFインバータ回路の故障時には、CVCFインバータ回路の半導体素子8が取り付けられている冷却器9は、もちろん、放熱処理を行わず、もともと、VVVFインバータ回路用として放熱処理を行っていた2個の冷却器がVVVFインバータ回路とCVCF

インバータ回路用として働くことになる。VVVFインバータ回路として運転を継続する群の半導体素子8が取り付けられている冷却器9は図11～13に示した従来装置と同様に、健全時と比べて高い放熱能力が要求され、この時の放熱能力に見合った冷却器9の外形形状とする必要がある。又、VVVFインバータ回路とCVCFインバータ回路とを共通に構成することが要求されるが、適用される車両システムによっては必ずしもVVVFインバータ回路とCVCFインバータ回路とで半導体素子8から発生する損失熱は等しくないにも拘わらず形状が同一の冷却器9を用いていたので、健全な運転時でも各々の冷却器9が全て均等に放熱処理を受け持っているとは言い難く、このこともまた、電力変換装置7Bの小形、軽量化を阻害する要因になっていた。

【0017】

さらに、複数群の変換回路を収納した従来のもう一つ他の電力変換装置について、図17～19を参照して以下に説明する。図17はこの電力変換装置7Cの回路図であり、交流を入力としてこの交流を直流に変換する実質的に2組分のコンバータ回路18と、このコンバータ回路18により変換された直流を可変電圧、可変周波数制御された交流に変換するインバータ回路19とにより構成され、これによって鉄道車両の4台の誘導電動機6を駆動するシステムになっている。図18(a)はこの電力変換装置7Cを車両底部に装着する側から見た平面図、図18(b)は車両の進行方向から見た側面図であり、図19は図18(b)のA-A矢視断面図である。この電力変換装置7Cは2個の冷却ユニット9a、9bを備え、このうち、冷却ユニット9aにはコンバータ回路を構成する半導体素子8が、冷却ユニット9bにはインバータ回路を構成する半導体素子8がそれぞれ取り付けられており、電動送風機14により強制的に送風されて放熱を行う構成になっている。

【0018】

それぞれの変換回路より発生する損失熱は、同じタイミングで増減するのではなく、異なったタイミングで増減する。鉄道車両の比較的低速時、つまり、加減速時にはインバータ回路より発生する損失熱が大きく、比較的高速での運転時にはコンバータ回路より発生する損失熱が大きい。従って、冷却ユニット9a側か

らの熱放散が大きいときは冷却ユニット9 b側からの熱放散は比較的小さく、冷却ユニット9 b側からの熱放散が大きいときは冷却ユニット9 a側からの熱放散は比較的小さいことになる。加えて、本装置では冷却ユニット9 a, 9 bの放熱側を強制送風により冷却を行っているため、熱時定数が小さいので、それぞれの冷却ユニット9 a, 9 bは最大損失熱でその大きさが決まってしまう。つまり、損失熱の増減に応じて冷却器の温度が短時間で追従するので、損失熱が時間に応じて変化する場合、短時間の最大損失熱での冷却を可能にしておく必要がある。

【0019】

図17～19に示した電力変換装置でも、図11～13、あるいは、図14～16に示した電力変換装置と同様に、複数群の変換回路毎にユニット構成することによって、それぞれの冷却器に印加される熱負荷が不平衡な状態になることが多い、その結果、冷却器が大形になり、装置の小形、軽量化を阻害していた。

【0020】

本発明の目的は、上記の課題を解決するためになされたもので、複数個の冷却器に印加される損失熱の分担を平準化することによって、必要最小限の大きさの冷却構成を可能とすると共に、小形、軽量化を実現することのできる電力変換装置を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】

請求項1に係る発明は、

複数個の半導体素子のスイッチング動作により交流を直流に、又は直流を交流に変換する複数群の電力変換回路を収納した電力変換装置において、複数群の電力変換回路を構成する半導体素子を、受熱部及び放熱部を有する共通の冷却ユニットに取り付けたことを特徴とする。

【0022】

請求項2に係る発明は、

複数個の半導体素子のスイッチング動作によりそれぞれの出力が異なる負荷へ接続される複数群のインバータ回路を有する電力変換装置において、複数群のインバータ回路を構成する半導体素子を、受熱部及び放熱部を有する共通の冷却ユ

ニットに取り付けたことを特徴とする。

【0023】

請求項3に係る発明は、

複数個の半導体素子のスイッチング動作により直流を可変電圧、可変周波数の交流に変換する複数群の可変電圧可変周波数インバータ回路と直流を一定電圧、一定周波数の交流に変換する定電圧定周波数インバータ回路とを収納した電力変換装置において、各インバータ回路を構成する半導体素子を、受熱部及び放熱部を有する共通の冷却ユニットに取り付けたことを特徴とする。

【0024】

請求項4に係る発明は、

複数個の半導体素子のスイッチング動作により交流を直流に変換するコンバータ回路とこのコンバータ回路により変換された直流を交流に変換するインバータ回路とを収納した電力変換装置において、コンバータ回路を構成する半導体素子と、インバータ回路を構成する半導体素子とを、受熱部及び放熱部を有する共通の冷却ユニットに取り付けたことを特徴とする。

【0025】

請求項5に係る発明は、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の電力変換装置において、複数個の半導体素子を相毎又は正側、負側に分割し、分割された半導体素子群を、これらの半導体素子群に対応して設けられた冷却器に取り付けたことを特徴とする。

【0026】

請求項6に係る発明は、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の電力変換装置において、冷却ユニットの受熱部に、互いに異なる回路の半導体素子の取付部の熱を相互に輸送するヒートパイプを備えたことを特徴とする。

【0027】

請求項7に係る発明は、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の電力変換装置において、冷却ユニットの受熱部は箱型をなし、内部に冷媒を封入したことを特徴とする。

【0028】

請求項8に係る発明は、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の電力変換装置において、冷却ユニットの受熱部は表面及び裏面に半導体素子の取り付けが可能に構成され、一方の面に一つの群の電力変換回路を構成する半導体素子群を取付け、他方の面に、他の群の電力変換回路を構成する半導体素子群を取付けたことを特徴とする。

【0029】

請求項9に係る発明は、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の電力変換装置において、冷却ユニットの一つの面に異なる電力変換回路の半導体素子群を相毎に交互に並べて取り付けたことを特徴とする。

【0030】

請求項10に係る発明は、請求項9に記載の電力変換装置において、半導体素子が電力変換回路毎に高さが異なるものであるとき、半導体素子の電気接続用端子の高さが等しくなるように、冷却ユニットの半導体素子取付け面に段差を設けたことを特徴とする。

【0031】

請求項11に係る発明は、

複数個の半導体素子のスイッチング動作により交流を直流に、又は直流を交流に変換する複数群の電力変換回路を収納し、電力変換回路の一群が故障した際に故障した電力変換回路を切り離して残りの電力変換回路で運転を続行する電力変換装置において、受熱部及び放熱部を有し、放熱部に冷却風を流すように構成した冷却ユニットを備え、複数群の電力変換回路を構成する半導体素子を相毎に分割し、同一相の半導体素子群を冷却風の流れる方向に列状に配置すると共に、相毎に順次異なる電力変換回路の半導体素子を冷却風の流れる方向に配置して、受熱部に共通に取り付けたことを特徴とする。

【0032】

請求項12に係る発明は、

複数個の半導体素子のスイッチング動作により交流を直流に、又は直流を交流に変換する複数群の電力変換回路を収納し、電力変換回路の一群が故障した際に故障した電力変換回路を切り離して残りの電力変換回路で運転を続行する電力変

換装置において、受熱部及び放熱部を有し、放熱部に冷却風を流すように構成した冷却ユニットを備え、電力変換回路毎に半導体素子群と、半導体素子を保護する周辺回路とに分割し、互いに異なる電力変換回路の半導体素子群と周辺回路を冷却風の流れる方向に列状に配置すると共に、半導体素子群を冷却ユニットの受熱部に取り付け、周辺回路を冷却風が流れる位置に設置したことを特徴とする。

【0033】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。図1は本発明に係る電力変換装置の第1の実施形態の構成を示し、このうち(a)は車両の底面に取り付けられる方向から見た平面図であり、同図(b)はその底面図である。ここに示した電力変換装置7Dは、従来装置として図11に回路図を示した4群のVVVFインバータ回路に適用したもので、各群の構成部品が3個の冷却器9U, 9V, 9Wに相毎に分割収納された構成になっている。すなわち、4群のVVVFインバータ回路のうち、各群のU相の半導体素子8が冷却器9Uに収納され、各群のV相の半導体素子8が冷却器9Vに収納され、各群のW相の半導体素子8が冷却器9Wに収納されている。電力変換装置7Dには、さらに、4個の制御部15が収納され、それぞれ個別に4群のVVVFインバータ回路を制御するように構成されている。

【0034】

ここで、4群のVVVFインバータ回路が健全に動作している状態では、半導体素子8から発生する損失熱は冷却器9U, 9V, 9Wにより外気に放出され、全ての半導体素子8は許容温度以下に冷却される。このとき、冷却器9U, 9V, 9Wのそれぞれには、ほぼ同量の損失熱が負荷されて半導体素子8が許容温度以下に冷却される。

【0035】

一方、4群のVVVFインバータ回路のうち1群が故障したことにより、この1群をシステムから切り離して運転するときは、運転を継続する残りのVVVFインバータ回路に通常時よりも大きな電流を流してシステムの性能低下を防止する必要がある。このとき、VVVFインバータ回路を構成する半導体素子8の損

失熱は増加する。しかし、3個の冷却器9U, 9V, 9Wの全てにほぼ均等に損失熱が負荷され、かつ、冷却器9U, 9V, 9Wは元来4群分の損失熱を冷却する能力を備えているため、3群分の損失熱が通常時よりも増加したとしても、十分な冷却が行われる。

【0036】

かくして、全ての群のVVVFインバータ回路が健全な通常運転時はもちろん、故障により1群のVVVFインバータ回路を切り離して残りの群のVVVFインバータ回路で運転する場合でも、複数個の冷却器全体が効率良く冷却性能を発揮する。一般的に、冷却器の大きさが電力変換装置の外形に占める比率は大きく、本発明によれば冷却系が効率良く冷却作用をするため、冷却器全体の小形化が可能になると共に、電力変換装置全体の小形軽量化が可能となる。

【0037】

図2は本発明に係る電力変換装置の第2の実施形態の構成を示し、このうち(a)は車両の底面に取り付けられる方向から見た平面図であり、(b)はその底面図である。ここに示した電力変換装置7Eは図14に回路図で示した2群のVVVFインバータ回路と1群のCVCFインバータ回路をそれぞれ構成する半導体素子8が相毎に分割収納されている。すなわち、3個の冷却器9U, 9V, 9Wのうち、冷却器9UにはVVVFインバータ回路のU相の2群分の半導体素子8とCVCFインバータ回路のU相の1群分の半導体素子8とが収納され、冷却器9VにはVVVFインバータ回路のV相の2群分の半導体素子8とCVCFインバータ回路のV相の1群分の半導体素子8とが収納され、冷却器9WにはVVVFインバータ回路のW相の2群分の半導体素子8とCVCFインバータ回路のW相の1群分の半導体素子8とが収納されている。この電力変換装置7Eには3個の制御部15も収納され、それぞれ個別に2群のVVVFインバータ回路と1群のCVCFインバータ回路を制御するように構成されている。

【0038】

ここで、2群のVVVFインバータ回路と1群のCVCFインバータ回路の回路の全てが健全な状態では、それぞれの冷却器9U, 9V, 9Wにほぼ同量の損失熱が負荷され、全ての半導体素子8から発生する損失熱は冷却器9U, 9V,

9 Wにより外気に放出され、半導体素子 8 が許容温度以下に冷却される。

【0039】

一方、CVCFインバータ回路が故障した場合、VVVFインバータ回路の1群がCVCFインバータ回路に切り替えられる。このとき、運転を続行する残りの1群のVVVFインバータ回路に通常時よりも大きな電流を流し、システムの性能低下を防止する必要がある。従って、運転を続行する残りのVVVFインバータ回路に、通常時よりも大きな電流を流してシステムの性能低下を防止する必要がある。これにより1個の半導体素子 8 から発生する損失熱は全てが健全な運転時よりも大きくなる。しかし、3個の冷却器 9 U, 9 V, 9 Wの全てにほぼ均等に損失熱が負荷され、かつ、冷却器 9 U, 9 V, 9 Wは元来2群分のVVVFインバータ回路の損失熱と、1群のCVCFインバータ回路の各半導体素子 8 の損失熱を放散する能力を備えているため、運転を続行する1群分の損失熱が通常時よりも増加したとしても、十分な冷却が行われる。

【0040】

かくして、第2の実施形態によれば、1群のCVCFインバータ回路が故障した場合でも、全ての冷却器が半導体素子の損失熱を放熱する働きをしており、冷却系に無駄のない、効率的な冷却システムが実現できる。この結果、冷却器全体の小形化が可能になると共に、電力変換装置全体の小形軽量化が可能となる。

【0041】

図3は本発明に係る電力変換装置の第3の実施形態の構成を示し、このうち(a)は車両の底面に取り付けられる方向から見た平面図であり、同図(b)は車両の進行方向から見た側面図である。ここに示した電力変換装置 7 Fは従来装置として図17に回路図で示した装置に適用したものであり、図中、図18と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。ここで、電力変換装置 7 Fは電動送風機 14 の送風経路に装着された冷却ユニット 9 cを備えている。この冷却ユニット 9 c上にインバータ回路を構成する半導体素子 8 がU, V, Wの相毎に収納されて送風経路の幅方向に3分割して装着され、コンバータ回路を構成する半導体素子 8 が正側と負側とに分割され、電動送風機 14 から見てインバータ回路を構成する半導体素子 8 の後方に、送風経路の幅方向に2分割して装着さ

れている。

【0042】

以下にこの実施形態の動作を説明する。低速時つまり加減速時には、主にインバータ回路の半導体素子8から損失熱が発生し、コンバータ回路からの損失熱は小さい。高速の運転時には、主にコンバータ回路の半導体素子8から損失熱が発生し、インバータ回路の半導体素子からの損失熱は小さい。以上のように、コンバータ回路より発生する損失熱とインバータ回路より発生する損失熱は、同じタイミングで増減することなく、異なったタイミングで損失熱が増減する。冷却ユニットは、コンバータ回路とインバータ回路をそれぞれ幅方向に均等に分割配置し、かつ、送風経路の前後に配置したことにより、全ての速度域においてほぼ均等の損失熱を処理することができる。

【0043】

このように、速度域によって異なる損失熱を発生するコンバータ回路とインバータ回路とを送風経路の前後方向に配置することにより、冷却ユニットには各速度域でほぼ均等な損失熱が負荷され、冷却器全体で効率良く冷却性能が発揮され、冷却系に無駄のない、効率的な冷却システムが実現できる。

【0044】

かくして、第3の実施形態によっても、冷却器全体の小形化が可能になると共に、電力変換装置全体の小形軽量化が可能となる。

【0045】

図4は本発明に係る電力変換装置の第4の実施形態を示し、図11に示した4群のインバータ回路4の各半導体素子8を、共通の冷却ユニットに取り付けた例で、(a)は詳細な構成を示す平面図で、(b)はその断面図である。これら各図において、冷却ユニット30はその表面が平坦な受熱部31と、その裏面に形成された多数の放熱フィンでなる放熱部32とを備えている。そして、受熱部31の表面に4群のインバータ回路を構成する半導体素子8が、群毎に2行2列に装着されている。また、受熱部31の内部には4本のヒートパイプ33が、この受熱部31の均熱化を図るように適切な間隔にて平行に埋設されている。

ここで、冷却ユニット30の受熱部31に埋設されたヒートパイプ33は、受

熱部31全体を熱的に平準化する効果を有するが、第1及び第2の実施形態にて説明した如く、故障によって切り離されて損失熱が印加されなくなった半導体素子の取付部にも熱輸送されるため、運転を続行する半導体素子8の損失熱を受熱部31全体に熱輸送して冷却が行われる。

【0046】

かくして、冷却ユニット30の受熱部31に埋設されたヒートパイプ33により、健全時の運転はもちろん、故障時の運転においても、受熱部31の温度を平準化し、冷却ユニット30全体で複数群のインバータ回路の半導体素子8の損失熱を放散し、冷却系に無駄のない効率的な冷却システムが実現できる。これによつて、冷却器全体の小形化が可能になると共に、電力変換装置全体の小形軽量化が可能となる。

【0047】

図5は本発明に係る電力変換装置の第5の実施形態を示し、図11に示した4群のインバータ回路4の各半導体素子8を、共通の冷却ユニットに取り付けた例で、(a)は詳細な構成を示す平面図で、(b)はその断面図である。これら各図において、冷却ユニット40は全体が扁平な箱型の受熱部41と、この受熱部41を略半分に分けた一方の外周部に多数の冷却フィンが連続的に形成されてなる放熱部42とを備え、残りの半分の表面に4群のインバータ回路を構成する半導体素子8が、群毎に2行2列に装着されている。また、受熱部41の内部にはフロリナート又は水でなる冷媒43が封入されている。

【0048】

この冷却器ユニット40は沸騰冷却タイプであり、冷媒43によって半導体素子8の取付面の温度を効率的に平準化することができる。これによつて、冷却器全体の小形化が可能になると共に、電力変換装置全体の小形軽量化が可能となる。

【0049】

図6は本発明に係る電力変換装置の第6の実施形態を示し、図11に示した4群のインバータ回路を構成する半導体素子8を共通に装着する冷却ユニットの構成例で、(a)は詳細な構成を示す平面図で、(b)はその断面図である。これ

ら各図において、冷却ユニット50は全体が扁平な箱型の受熱部51と、この受熱部51を略半分に分けた一方の外周部に多数の冷却フィンが連続的に形成された放熱部52とを備え、残りの半分の表面に6個の半導体素子8（図11に示した2群のインバータを構成するものに対応している）が2行3列に装着され、裏面にも6個の半導体素子8（図11に示した2群のインバータを構成するものに対応している）が表面と同様に装着されている。また、受熱部51の内部には冷媒53が封入されている。

【0050】

この冷却ユニット50も沸騰冷却タイプであり、冷媒53によって半導体素子8の取付面の温度を効率的に平準化することができる。この場合、受熱部51の表面と裏面とに半導体素子8が分散配置されているため、図5に示した冷却ユニット40と比較して冷却効率がより高められ、さらに、半導体素子8を電気的に接続する導体の配置が単純化できるという効果も得られる。

【0051】

図7は本発明に係る電力変換装置の第7の実施形態を示し、図11に示した4群のインバータ回路4の各半導体素子8を、共通の冷却ユニットに取り付けた例であり、（a）は詳細な構成を示す平面図で、（b）はその断面図である。これら各図において、冷却ユニット60は全体が扁平な箱型の受熱部61と、この受熱部61を略半分に分けた一方の外周部に多数の冷却フィンが連続的に形成されてなる放熱部62とを備え、残りの半分の表面に各相の半導体素子8a及び8bが受熱部61の横幅方向に2行6列に、すなわち、相毎に装着されている。また、受熱部61の内部には冷媒63が封入されている。

【0052】

なお、この実施形態は図11に示す4群のインバータ回路のうち、2群のインバータ回路と残りのインバータ回路とが、種類又は定格の異なる半導体素子を用いたことに対応して、2群のインバータ回路の半導体素子8aがU相分、V相分、W相分の順に間隔をおいて配置され、他の2群のインバータ回路の半導体素子8bがU相分、V相分、W相分の順にそれぞれ半導体素子8aに隣接して配置されている。

【0053】

この冷却ユニット60においても、故障時における受熱部61の温度が一部に偏ることなく平準化され、図5又は図6に示した冷却器よりも効率的な冷却システムが実現できる。

【0054】

図8は本発明に係る電力変換装置の第8の実施形態を示し、図11に示した4群のインバータ回路4の各半導体素子8を、共通の冷却ユニットに取り付けた例であり、(a)は詳細な構成を示す平面図で、(b)はその側面である。これら各図において、冷却ユニット70は全体が扁平な箱型の受熱部71と、この受熱部71を略半分に分けた一方の外周部に多数の冷却フィンが連続的に形成されてなる放熱部72とを備え、残りの半分の表面に前述した各相の半導体素子8a及び8bが受熱部61の横幅方向に2行6列に配置されている。また、受熱部61の内部には冷媒63が封入されている。

【0055】

ここに示した冷却ユニット70は、半導体素子の電気接続用端子の高さが異なる際の高さ位置を揃えるために、高さの差 ΔH だけ半導体素子8aの取付面を半導体素子8bの取付面よりも低くなるように受熱部71の表面に凹凸が形成されている。これによって、半導体素子8a, 8bの電気接続用端子の高さが揃えられ、直線状の接続導体21によってそのまま接続することができ、半導体素子間の電気接続が容易になると同時に、構成が簡易化されると言う効果も得られる。

【0056】

図9は本発明に係る電力変換装置の第9の実施形態を示し、特に図3に示す第3の実施形態を構成する冷却ユニットの変形例を示したものである。図中(a)は冷却ユニットの詳細な構成と半導体素子の取付状態を示す平面図であり、(b)はその側面図である。ここで、冷却ユニット80は平板状の受熱部81を備えている。この受熱部81はその内部にヒートパイプを埋設したものであっても、あるいは、箱型に形成して内部に冷媒を密封する構造のものであってもよい。この受熱部81の表面にはインバータを構成する半導体素子8aと、コンバータを構成する半導体素子8bとが実装され、受熱部81の裏面には多数の冷却フィン

を風の流れる方向に並設した放熱部82が形成されている。

【0057】

この冷却ユニット80の受熱部81の表面に取り付けられる半導体素子8aは、3群のインバータ回路を構成するU相分の3組の半導体素子U1, U2, U3と、V相分の3組の半導体素子V1, V2, V3と、W相分の3組の半導体素子W1, W2, W3とを含み、半導体素子8bは3群のコンバータ回路を構成する3組の半導体素子Q1, Q2, Q3を含んでいる。

【0058】

これらの半導体素子は、風が放熱部82を通り抜ける方向で見て、インバータ回路のU相分の半導体素子U1, U2, U3と、V相分の半導体素子V1, V2, V3と、W相分の半導体素子W1, W2, W3とが順次列状に配置され、その側方にコンバータ回路の半導体素子Q1, Q2, Q3が一列に配置されている。この実施形態の特徴は、風の流れる方向にU相分の半導体素子がU1, U2, U3の順に配置されているのに対して、V相分の半導体素子はV3, V1, V2の順に配置され、W相分の半導体素子がW2, W3, W1の順に配置されている点にある。

【0059】

周知の如く、冷却風が冷却ユニット80の冷却フィン82の間を通り抜ける間に半導体素子の損失熱によって、冷却風の温度は次第に上昇する。従って、上流に配置された半導体素子の冷却効率は高く、下流に配置された半導体素子の冷却効率は低い。そこで、上述したように、インバータ各群の半導体素子を冷却風の通過方向に規則的にその位置を変えることによって、半導体素子の温度上昇をインバータの群毎に平準化することができ、これによって効率的な冷却システムを実現することができる。

【0060】

また、故障によって、1群のインバータを切り離して運転する際には、このインバータ回路の半導体素子からの損失熱が無くなり、残りのインバータの半導体素子の損失熱は増加するが、冷却能力に余裕があるため、故障時の冗長性に優れたシステムを構成することができる。

【0061】

図10は本発明に係る電力変換装置の第10の実施形態を示し、密閉室部分に隣接して配置される開放室部分に電動送風機を配置すると共に、2組の冷却ユニットと、これに関連する2組の周辺回路を風の流れる方向に並べて配置した構成であり、(a)はその平面図を、(b)はその側面図を示している。これら各図において、2組の冷却ユニット90a及び90bは図4に示した冷却ユニットと同様な形状を有し、冷却ユニット90aの受熱部の表面に6個の半導体素子8aが装着され、冷却ユニット90bの受熱部の表面に6個の半導体素子8bが装着されている。これらの冷却ユニット90a及び90bは半導体素子8a及び8bが密閉室部分12側に収納され、冷却フィンでなる放熱部が開放室部分13側に位置するように取り付けられている。この場合、冷却ユニット90a及び90bは電動送風機14によって風が送り込まれる方向と直交する方向に並べて配置される。一方、冷却ユニット90aに装着される半導体素子8aに関連する周辺回路22aが風の流れる方向で見て冷却ユニット90bの下流側の開放室部分に装着され、反対に、冷却ユニット90bに装着される半導体素子8bに関連する周辺回路22bが風の流れる方向で見て冷却ユニット90aの下流側の開放室部分に装着されている。すなわち、互いに関連する冷却ユニットと周辺回路とが、相互にその位置を入れ替えて実装されている。

【0062】

このように、周辺回路22a及び22bを互いに他の群の下流に配置することにより、複数群の変換回路が冷却風の流れに対して共通化され、冷却風の温度上昇が平準化される。また、図9に示した第9の実施形態と同様、故障によって一群を切り離す際は、周辺回路22a, 22bとしては上流側の半導体素子8a, 8bが装着された冷却ユニット90b, 90aの損失熱が少なくなり、残りの群の運転により、発熱量が増加しても冷却能力に余裕があるため、故障時の冗長性に優れたシステムを構成することができる。

【0063】

【発明の効果】

以上の説明により明らかなように、本発明によれば、複数個の冷却器に印加さ

れる損失熱の分担を平準化することによって、必要最小限の大きさの冷却構成を可能とすると共に、小形、軽量化を実現することのできる電力変換装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る電力変換装置の第1の実施形態を車両の底面に取り付けられる方向から見た平面図及びその底面図。

【図 2】

本発明に係る電力変換装置の第2の実施形態を車両の底面に取り付けられる方向から見た平面図及びその底面図。

【図 3】

本発明に係る電力変換装置の第3の実施形態を車両の底面に取り付けられる方向から見た平面図及びその側面図。

【図 4】

本発明に係る電力変換装置の第4の実施形態を構成する冷却ユニット及び半導体素子の取り付け状態を示す平面図及びその断面図。

【図 5】

本発明に係る電力変換装置の第5の実施形態を構成する冷却ユニット及び半導体素子の取り付け状態を示す平面図及びその断面図。

【図 6】

本発明に係る電力変換装置の第6の実施形態を構成する冷却ユニット及び半導体素子の取り付け状態を示す平面図及びその断面図。

【図 7】

本発明に係る電力変換装置の第7の実施形態を構成する冷却ユニット及び半導体素子の取り付け状態を示す平面図及びその断面図。

【図 8】

本発明に係る電力変換装置の第8の実施形態を構成する冷却ユニット及び半導体素子の取り付け状態を示す平面図及びその側面図。

【図 9】

本発明に係る電力変換装置の第9の実施形態を構成する冷却ユニット及び半導体素子の取り付け状態を示す平面図及びその側面図。

【図10】

本発明に係る電力変換装置の第10の実施形態を構成する冷却ユニット及び半導体素子の取り付け状態を示す平面図及びその側面図。

【図11】

従来の電力変換装置として、4群のVVVFインバータ回路を有する鉄道車両駆動用の電力変換装置の構成を示す回路図。

【図12】

図11に示した電力変換装置を鉄道車両の床下に装着した状態を示す斜視図及び車両の進行方向から見た側面図。

【図13】

図11に示した電力変換装置を車両の底面に取り付けられる方向から見た平面図及びその底面図。

【図14】

従来の他の電力変換装置として、2群のVVVFインバータ回路と、1群のVCFインバータ回路を含む鉄道車両駆動用の電力変換装置の構成を示す回路図。

【図15】

図14に示した電力変換装置を鉄道車両の床下に装着した状態を示す斜視図及び車両の進行方向から見た側面図。

【図16】

図14に示した電力変換装置を車両の底面に取り付けられる方向から見た平面図及びその底面図。

【図17】

従来のもう一つ他の電力変換装置として、複数群の変換回路を収納した車両駆動用の電力変換装置の回路図。

【図18】

図17に示した電力変換装置を車両底部に装着する側から見た平面図及び車両

の進行方向から見た側面図。

【図19】

図17に示した電力変換装置の縦断面図。

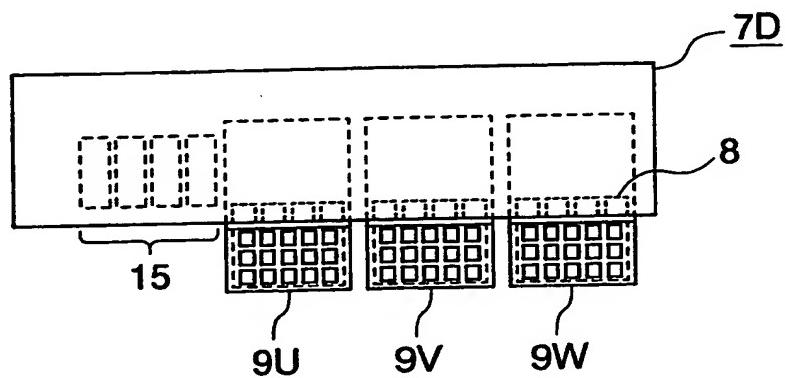
【符号の説明】

- 1 パンタグラフ
- 2 遮断機
- 3 フィルタリアクトル
- 4 VVVFインバータ回路
- 5 フィルタコンデンサ
- 6 誘導電動機
- 7 A～7F 電力変換装置
- 8, 8a, 8b 半導体素子
- 9, 9U, 9V, 9W 冷却器
- 9a, 9b, 9c 冷却ユニット
- 12 密閉室部分
- 13 開放室部分
- 14 電動送風機
- 15 制御部
- 17 CVCFインバータ回路
- 18 コンバータ回路
- 19 インバータ回路
- 21 接続導体
- 22a, 22b 周辺回路
- 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90a, 90b 冷却ユニット
- 31, 41, 51, 61, 71, 81 受熱部
- 32, 42, 52, 62, 72, 82 放熱部
- 33 ヒートパイプ
- 43, 53, 63 冷媒

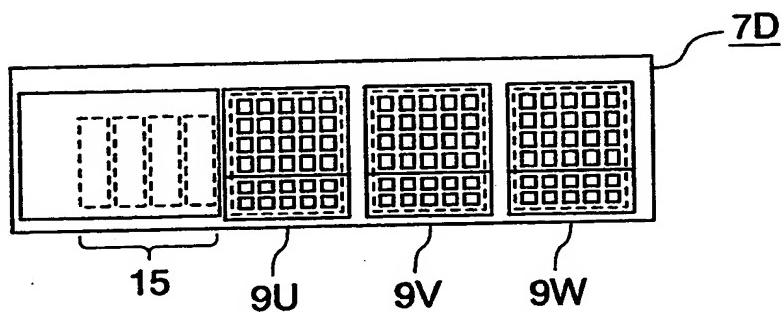
【書類名】 図面

【図1】

(a)

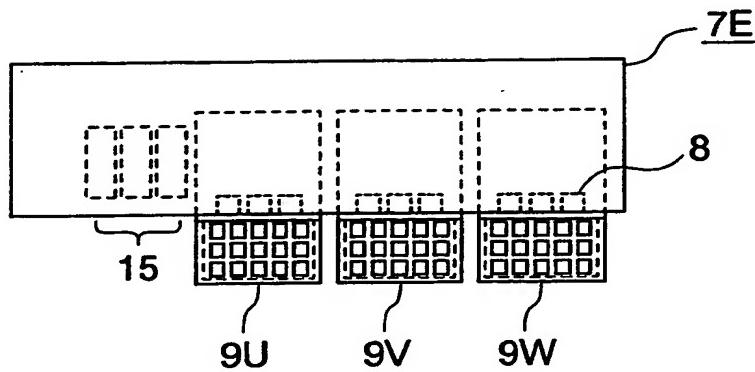


(b)

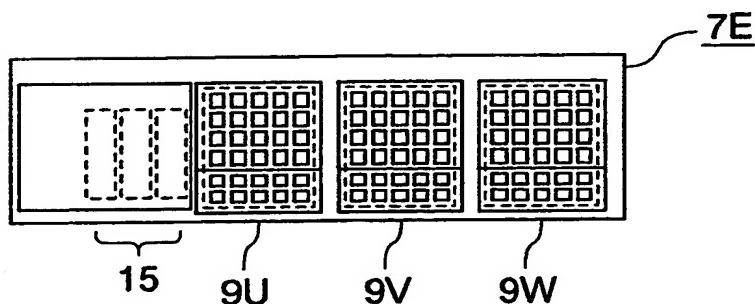


【図2】

(a)

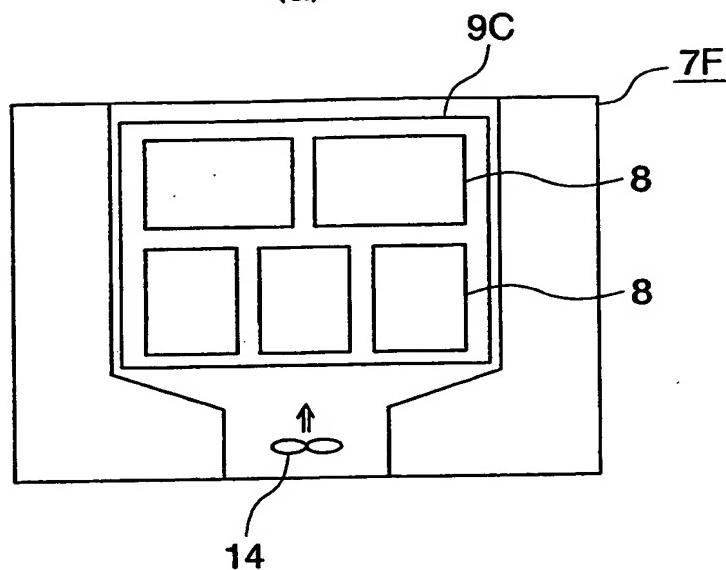


(b)

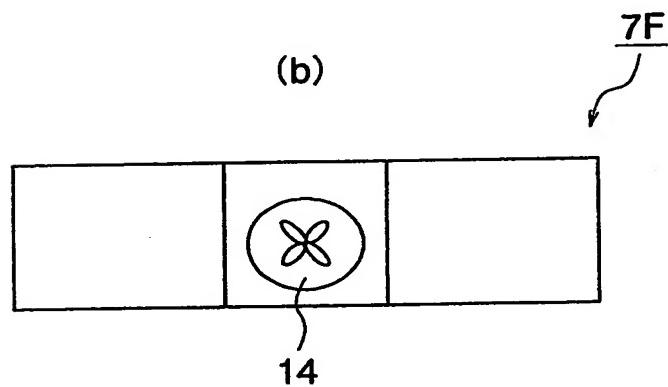


【図3】

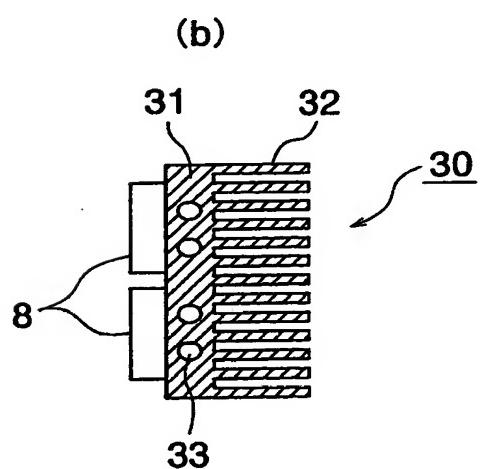
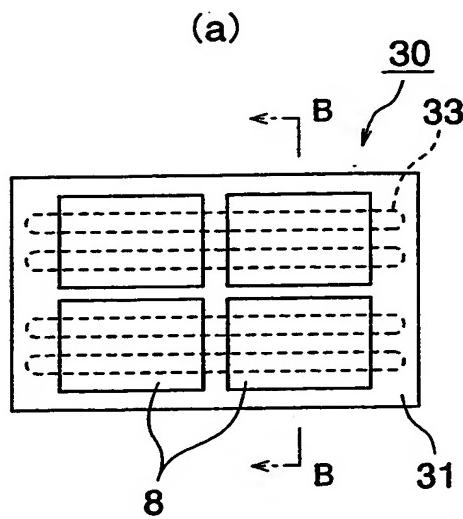
(a)



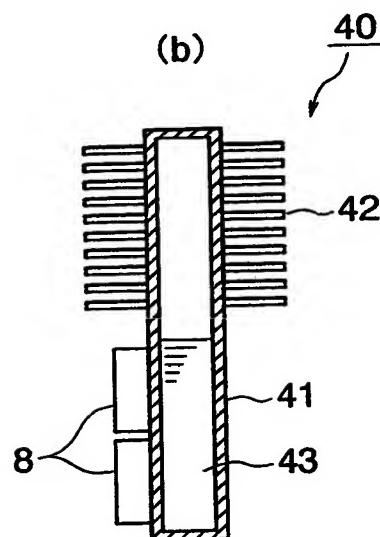
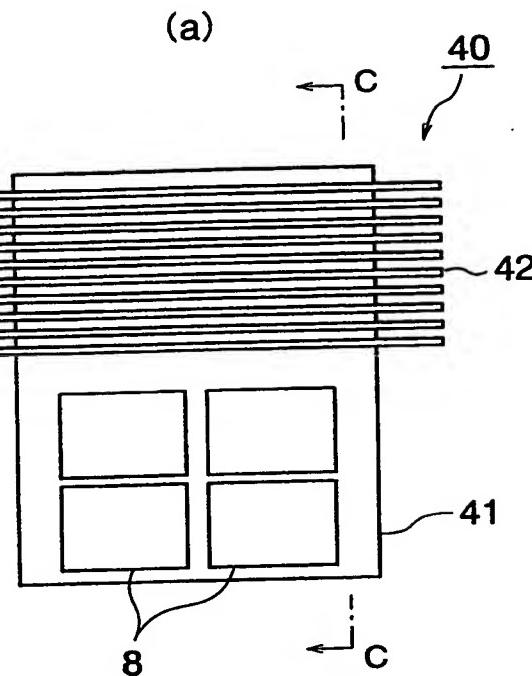
(b)



【図4】

B-B矢視断面図

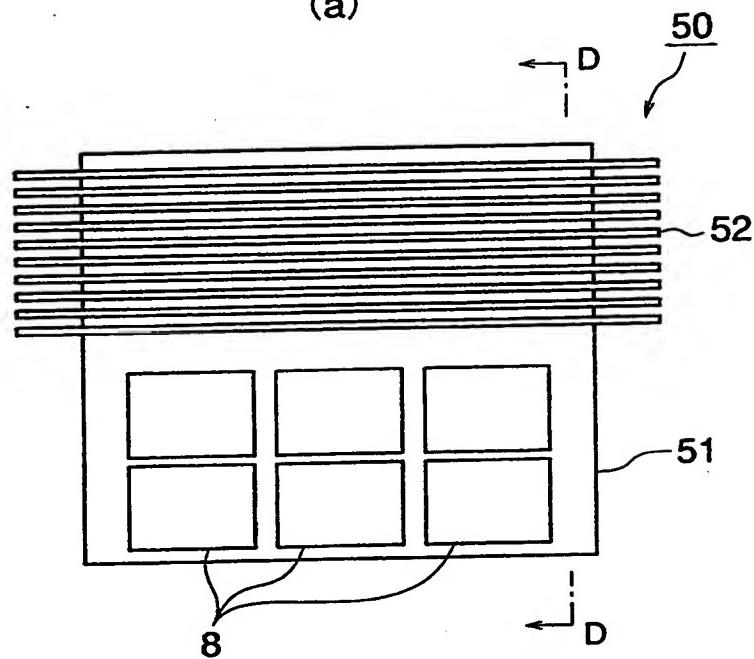
【図5】



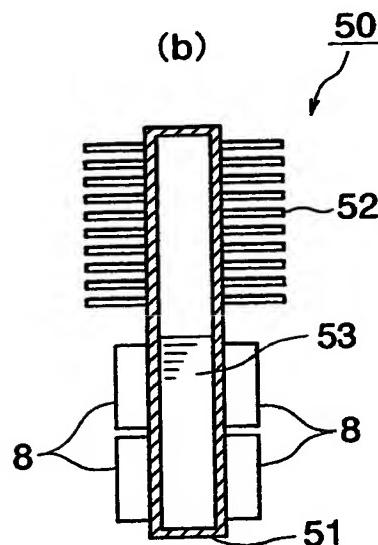
C-C矢視断面図

【図6】

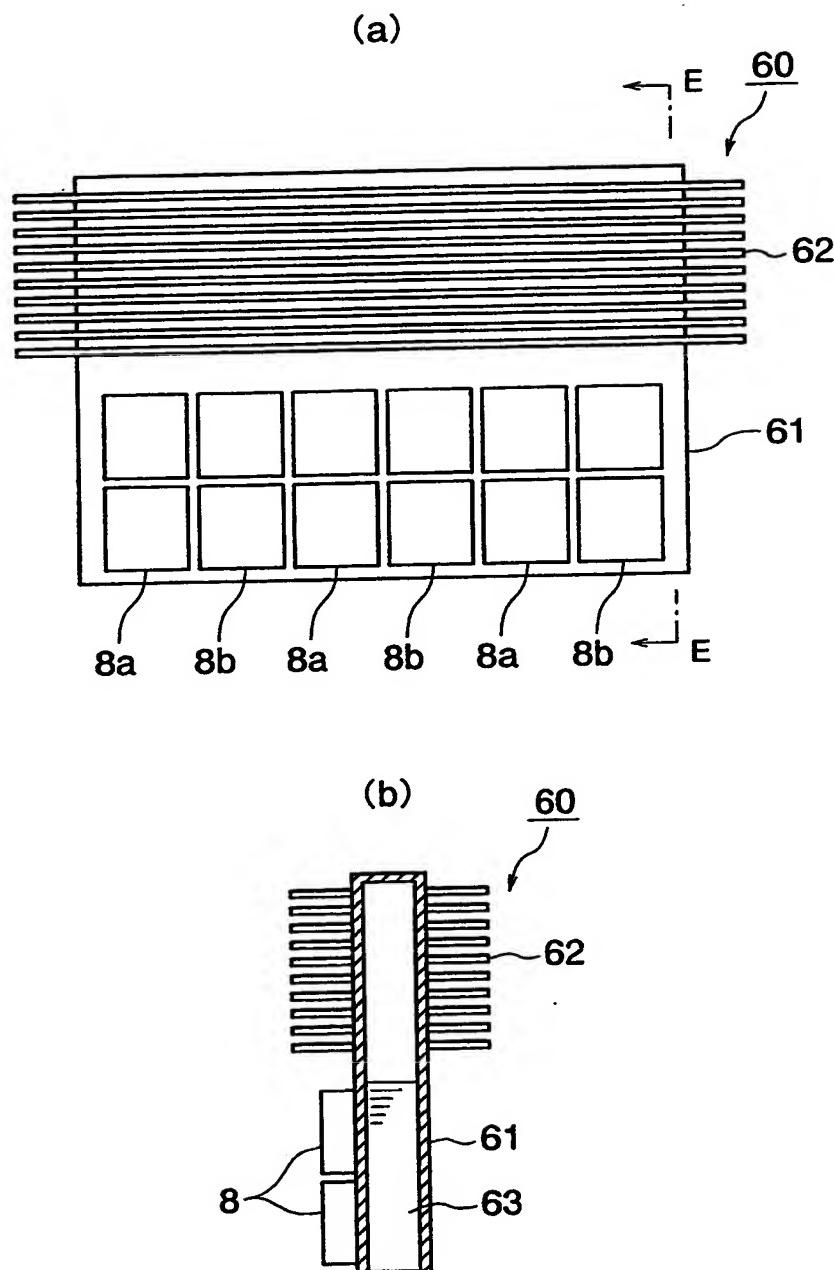
(a)



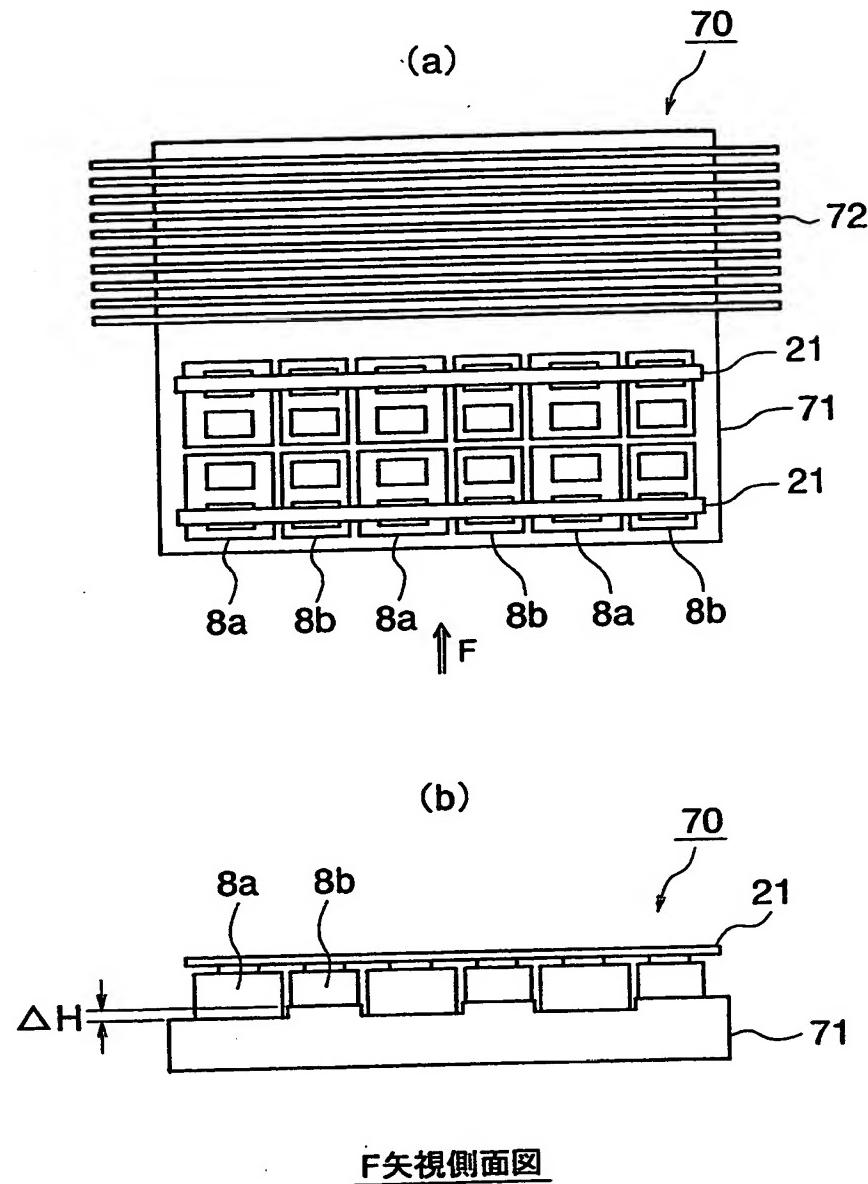
(b)

D-D矢視断面図

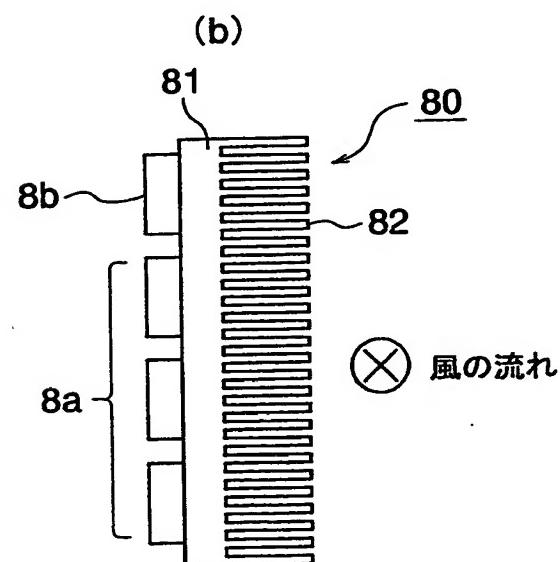
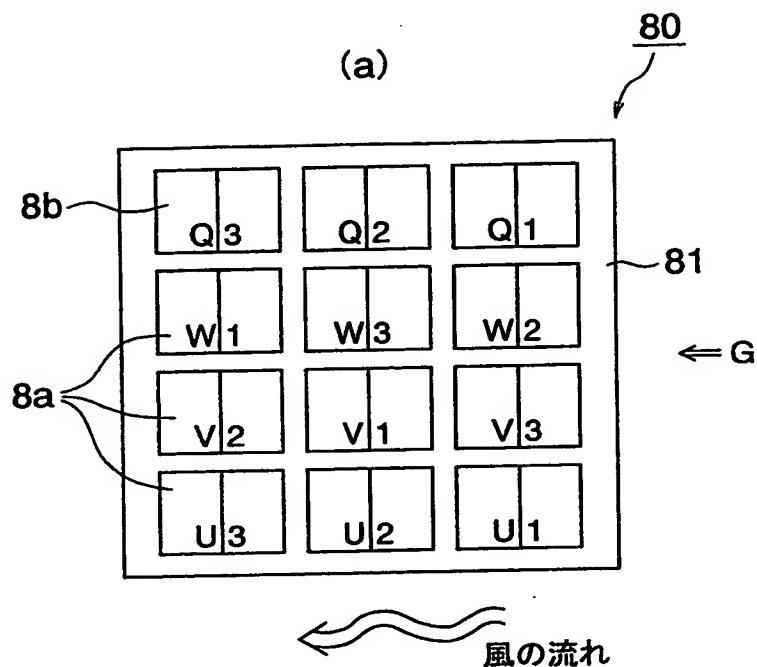
【図7】

E-E矢視断面図

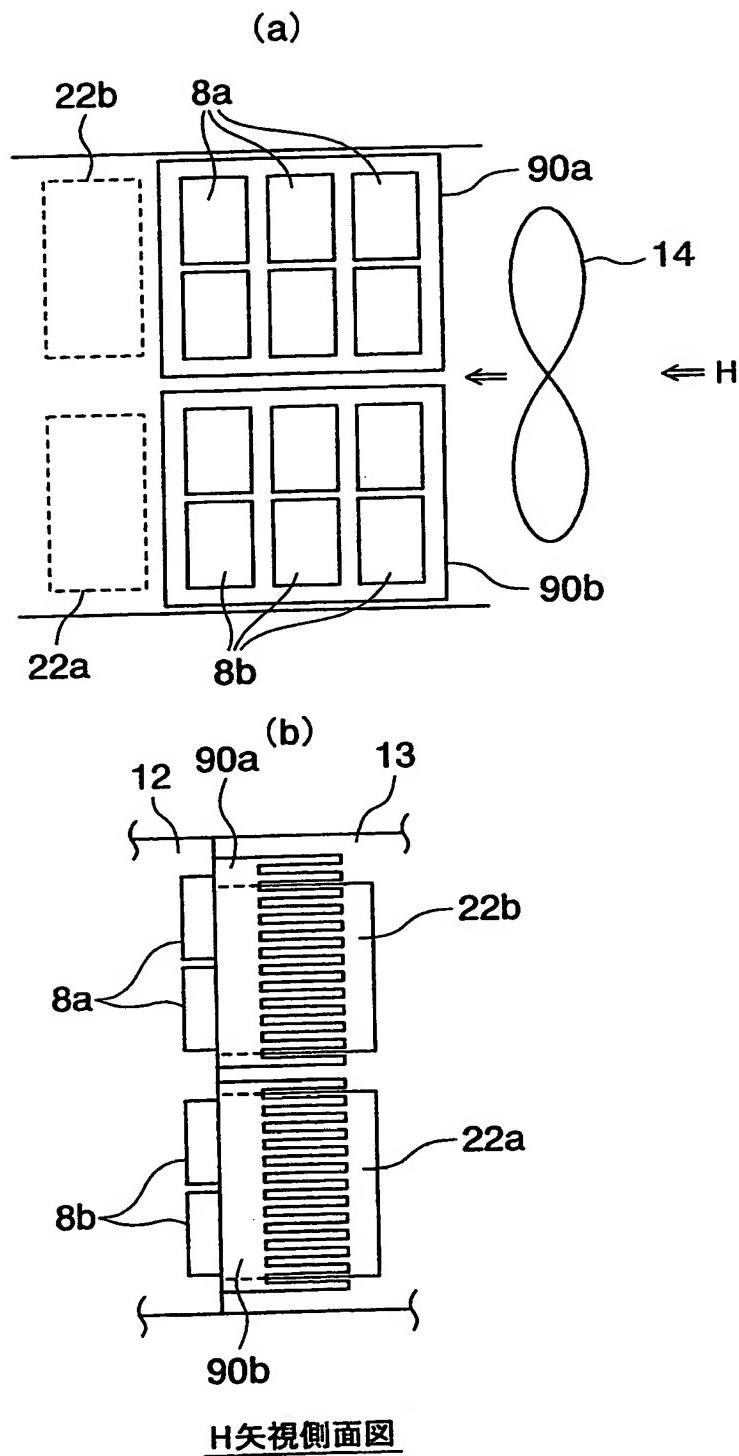
【図8】



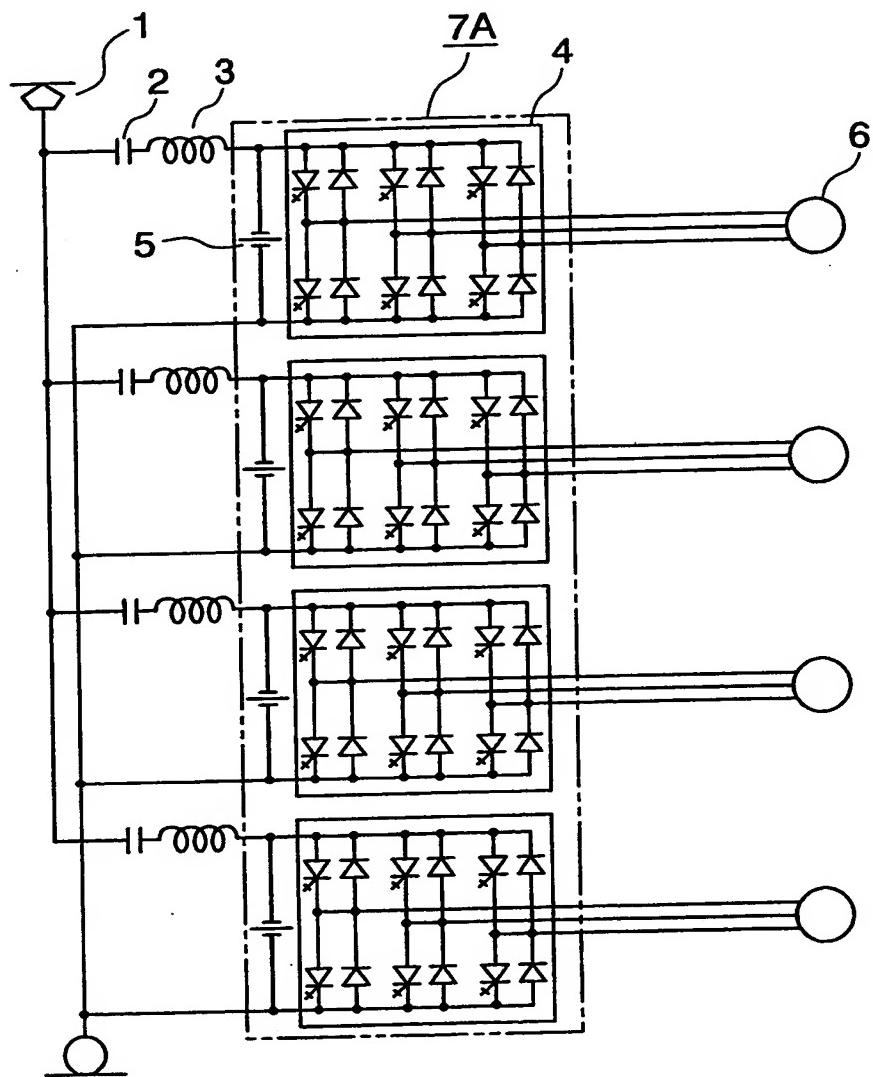
【図9】

G矢視側面図

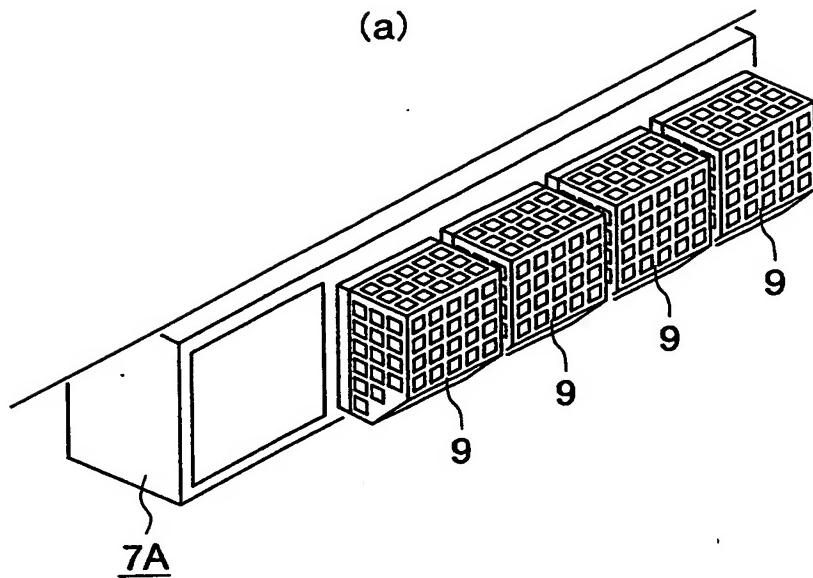
【図10】



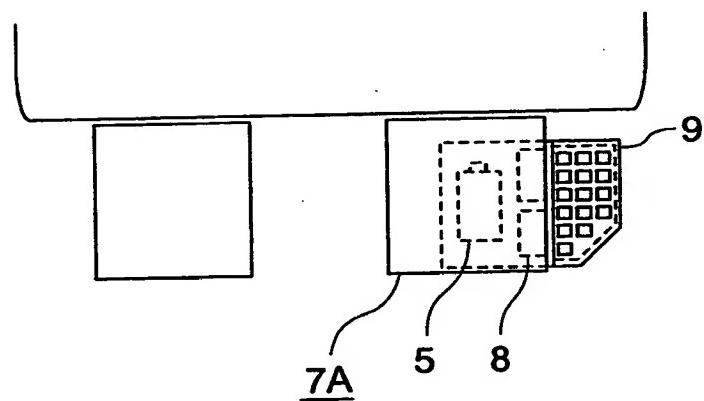
【図11】



【図12】

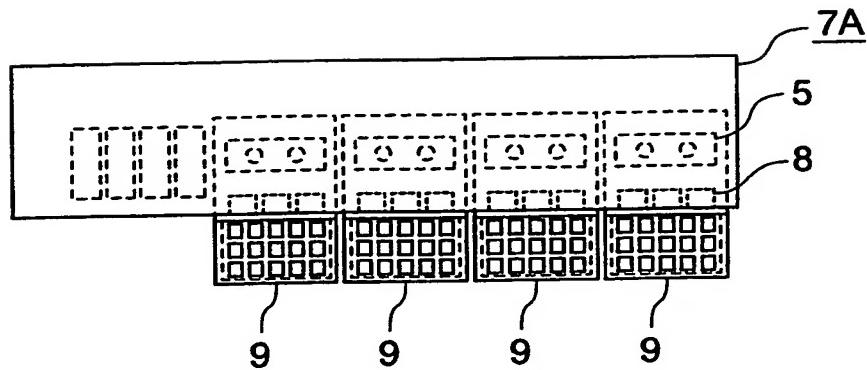


(b)

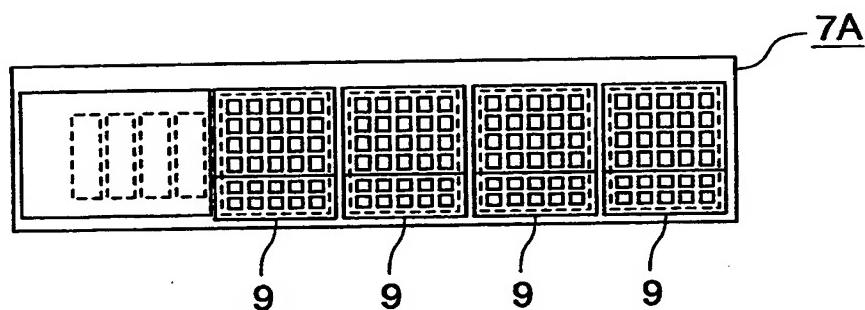


【図13】

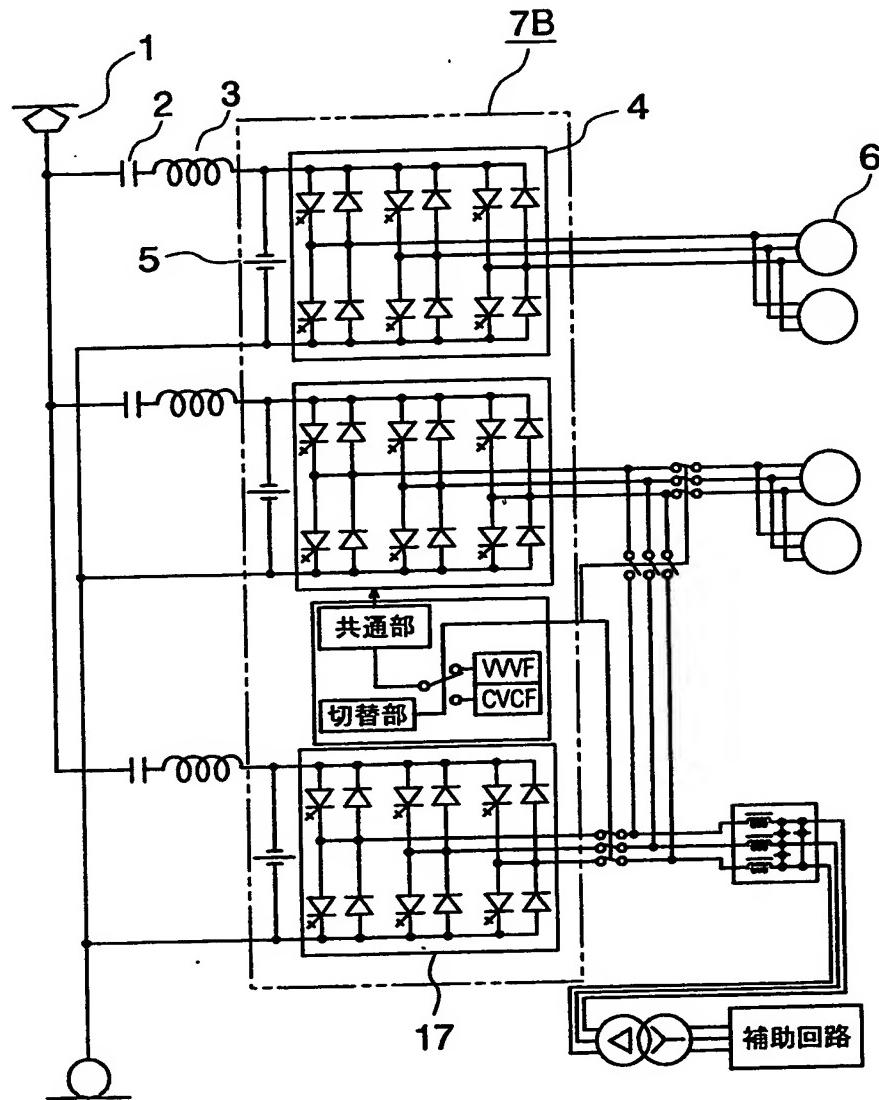
(a)



(b)

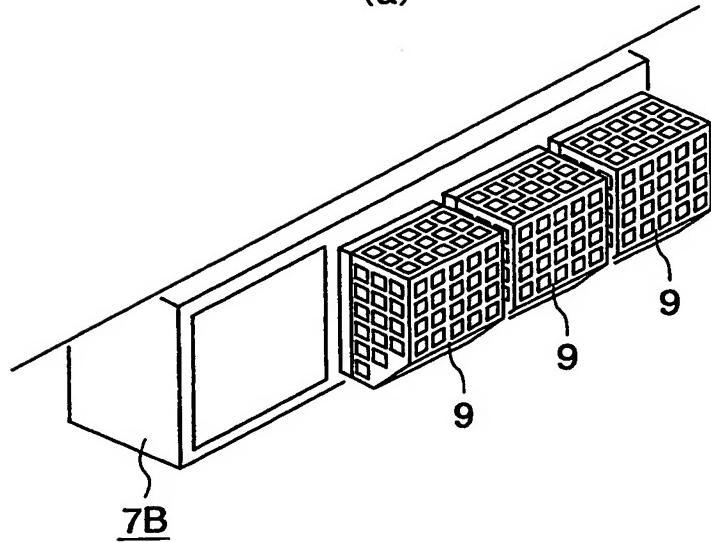


【図14】

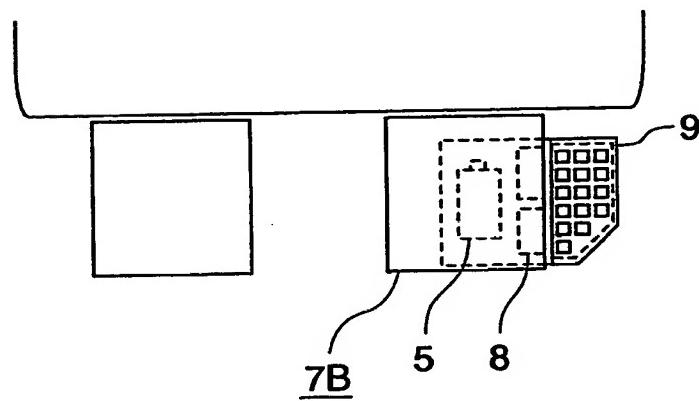


【図15】

(a)

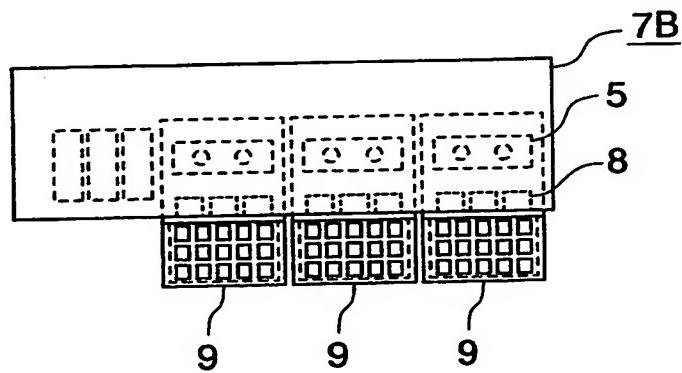


(b)

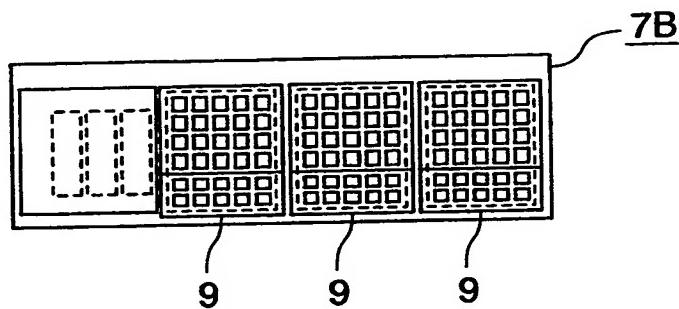


【図16】

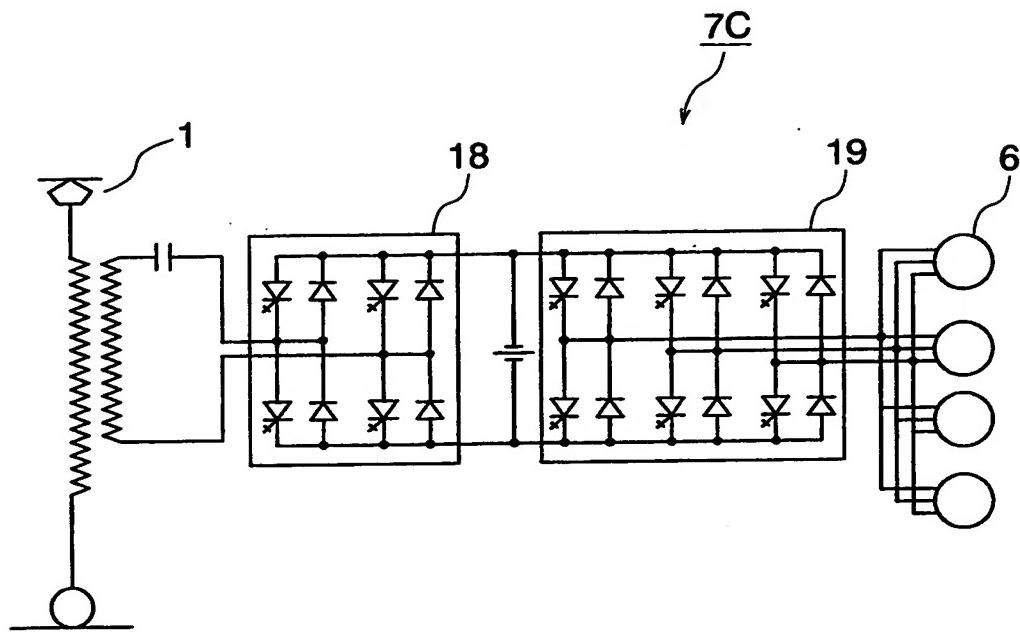
(a)



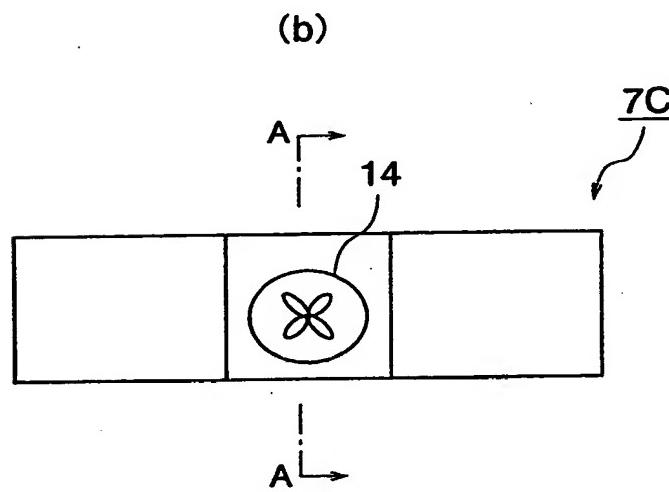
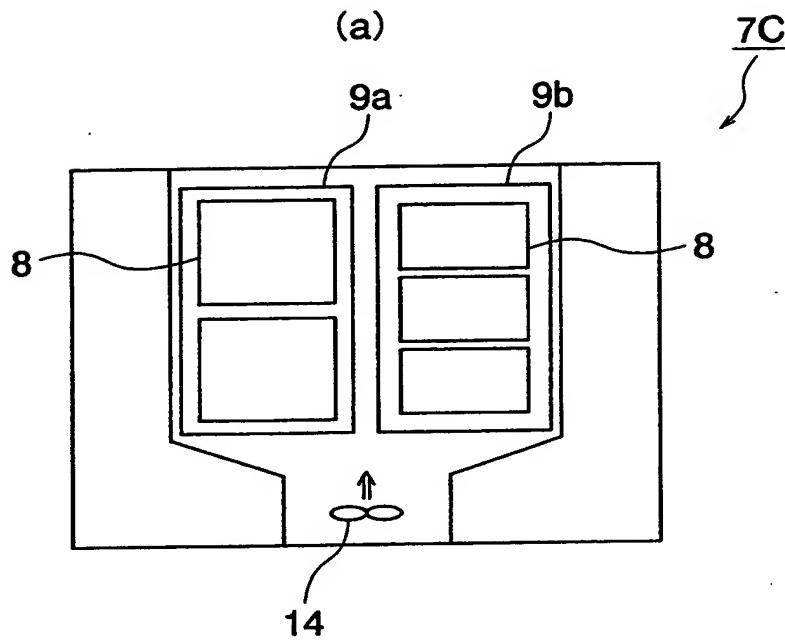
(b)



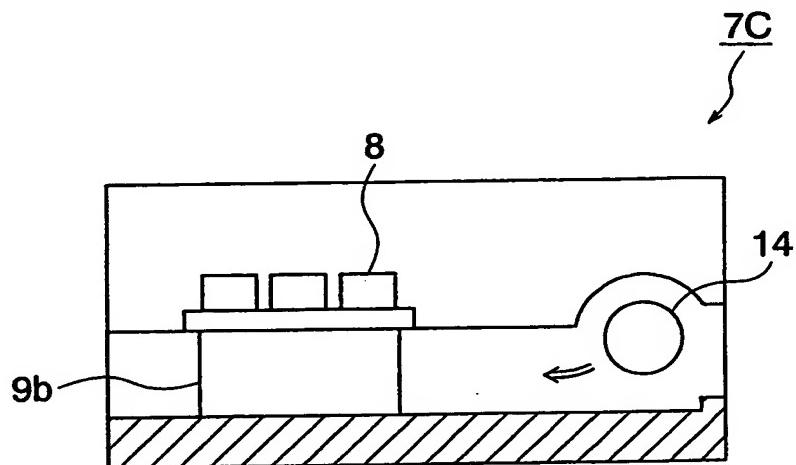
【図17】



【図18】



【図19】



A-A矢視断面

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数個の冷却器に印加される損失熱の分担を平準化することによって、必要最小限の大きさの冷却構成を可能とすると共に、小形、軽量化を実現することのできる電力変換装置を提供する。

【解決手段】 複数個の半導体素子のスイッチング動作により交流を直流に、又は直流を交流に変換する複数群の電力変換回路を収納した電力変換装置において、複数群の電力変換回路を構成する半導体素子（8）を、受熱部（31）及び放熱部（32）を有する共通の冷却ユニット（30）に取り付ける。

【選択図】 図4

出願人履歴情報

識別番号 [000221177]

1. 変更年月日 1992年 1月21日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都府中市晴見町2丁目24番地の1
氏 名 東芝トランスポートエンジニアリング株式会社

出願人履歴情報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月 22日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

氏 名 株式会社東芝

2. 変更年月日 2001年 7月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名 株式会社東芝